

⑫ 公開特許公報 (A) 平4-206526

⑬ Int. Cl. 5

H 01 L 21/3205
C 23 C 16/04
16/06

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)7月28日

8722-4K
8722-4K
7353-4M

H 01 L 21/88

K

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 スルーホールへの金属穴埋め方法

⑯ 特願 平2-329095

⑯ 出願 平2(1990)11月30日

⑰ 発明者 都竹 進 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑰ 発明者 西谷 英輔 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑰ 発明者 徳永 尚文 東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立製作所デバイス開発センタ内

⑰ 発明者 田丸 剛 東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立製作所デバイス開発センタ内

⑯ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑯ 代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

明細書

1. 発明の名称

スルーホールへの金属穴埋め方法

2. 特許請求の範囲

1. 基板上の絶縁膜に基板の下地金属の一部を露出させるために設けたスルーホールを、金属の選択CVDにより穴埋めする金属穴埋め方法において、前記下地金属の一部を露出させた露出下地の前処理として、3フッ化塩素(C₂F₆)ガスによるライトエッチ処理を施した後、当該基板を大気中にさらすことなく、当該基板に対して連続的に金属の選択CVD処理を行なうことを特徴とするスルーホールへの金属穴埋め方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、基板上の絶縁膜に基板の下地金属の一部を露出させるために設けたスルーホールを、金属の選択CVDにより穴埋めする金属穴埋め方法に係り、特にLSIに用いられる多層配線間接

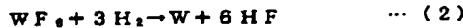
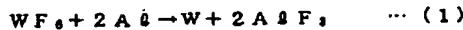
続用などの微細なスルーホールを歩留まり良く金属で穴埋めするために好適なスルーホールへの金属穴埋め方法に関する。

【従来の技術】

LSIの高集成化に伴い、素子-配線間あるいは各配線間を接続する配線設計の困難性が増大し、その解決手段として多層配線が不可欠な技術となり、下層配線と、絶縁膜を介して設けた上層配線とを接続するために、必要に応じて、絶縁膜に微細なスルーホールを設け、このスルーホールを導体で穴埋めする方法がとられている。スルーホールを穴埋めする方法としては幾つかの方法があるが、その中で、スルーホール径が微細な場合にも穴埋め性の良好な方法として、金属、特にタングステン(W)の選択CVDが実用上、最も期待されている方法である。

タングステン(W)の選択CVDは、250℃以上に加熱した試料上にフッ化タングステン(WF₆)ガスおよび水素(H₂)ガス混合ガスを導入、接触させて、下記のいずれかの反応により、

下地金属（ここではアルミニウム（Al）の場合を示す。）上にタンクスチタン（W）膜を成長させる方法である。



SiO₂等の絶縁膜上では、（1）の反応は生起せず、また（2）の反応も700°C以下の温度では進行しないため、タンクスチタン（以下、「W」と記す。）がアルミニウム（以下、「Al」と記す。）上でのみ選択成長し、スルーホールの穴埋めが達成されることになる。

Wの選択CVDに関するこれまでの記載文献としては、例えば、セミコンダクター・ワールド（Semiconductor World）1985年12月号64-71頁の記載あるいはジャーナル・オブ・ザ・エレクトロケミカル・ソサエティ第131巻（1984年）1427-1433頁〔J. Electrochemical Society 131 (1984) pp 1427-1433〕に記載のものがある。

を露出させることはできるが、同時に、飛散した下地金属がスルーホールの側壁部あるいは絶縁膜表面に付着するため、Wの選択CVDにおいて、その付着部でもWの成長が進行し、そのW膜によって隣接スルーホールが短絡するなどの結果を生ずることになる。同様の現象は絶縁膜上に金属性の汚れが付着残留した場合にも生ずる。

さらに、絶縁膜上に形成されたW膜は剥離しやすいものであり、ウエハ上にごみとなって残り、歩留まり低下の原因となる。

本発明の目的は、前記従来技術の問題を解決し、選択性が良好で、露出下地と穴埋め金属間の導通性の良好な穴埋めを実施得るスルーホールへの金属穴埋め方法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

前記目的は、基板の下地金属の一部を露出させた露出下地の前処理として、3ふッ化塩素（CF₃）ガスによるライトエッチ前処理を施した後、当該基板を大気中にさらすことなく、当該基板に対して連続的に金属の選択CVD処理を行

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、前記従来技術においては、選択CVDによってWを成長させようとする下地金属表面の処理について十分な配慮がなされておらず、そのためスルーホールにおける導通が不十分となったり、また逆に、隣接するスルーホール間の短絡を生ずるなどの問題があった。

すなわち、スルーホールを形成した直後の下地金属表面は、スルーホールを設けるために施したホトエッチングプロセスに伴う汚れが付着している、酸化物、例えば下地金属Alの場合Al₂O₃などが形成されていることなどにより清浄な面となっていないため、Wの成長が進行せず、導通不良の原因となる。

また、下地金属表面を清浄化する方法として、フッ酸（HF）によるウェットエッチング処理、あるいはAr⁺イオンによるスパッタエッチング処理があるが、前者の場合、フッ素により下地配線の腐食を生ずること、また後者の場合、下地金属表面を物理的に除去するため、清浄な下地金属面

なうことにより、達成される。

〔作用〕

本発明では、多層配線を形成するために設けられたスルーホールの露出下地の金属膜の表面に存在する酸化膜あるいは汚れ付着物が、CF₃ガスのライトエッチングにより除去される。その後大気にさらすことなく連続的に前記したW等の選択CVD処理を施すことにより、清浄な下地金属表面に金属が堆積するため、導通抵抗の低い配線間の接続が可能となり、露出下地と穴埋め金属との導通性の良好な穴埋めを行なうことができる。

さらに本発明では、前処理にプラズマを用いないため、イオン衝撃によって生じた絶縁膜の損傷、例えばSiO₂表面上へのSi dangling bondの生成、基づく絶縁膜上でのW膜形成、すなわち選択性の劣化が生じない。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面により説明する。第1図～第3図（A）、（B）は本発明の一実施例を示すもので、第1図は本発明方法の一例を示

すフローチャート、第2図は本発明方法を実施するための装置の概要を示す図、第3図(A)。

(B)は本発明方法による処理を施す前と施した後の、基板の下地金属の一部を露出させるために設けたスルーホール部分の拡大断面図である。

本発明方法を実施するための第2図に示す装置は、前処理室1と、成膜室7とを有している。前記前処理室1と、成膜室7とにわたって、基板搬送手段(図示せず)が設けられている。前処理室1と成膜室7間に、ゲート弁6が設けられている。前記前処理室1および成膜室7は、真空ポンプ(図示せず)により、例えば 10^{-3} Pa程度に真空空排气されるようになっている。

前記前処理室1の内部には、ガスシャワー4及び基板加熱ステージ5が配置されている。基板加熱ステージ5の内部にはヒータ6aが内蔵されておりヒタ電源3に接続されている。また、前処理室1にはガス導入口を通じて、C&F₂ガスを供給し得るようになっている。そして、前記下部の電極5の上面には、処理すべき基板2を設置する

ようになっている。

前記基板搬送手段は、前処理室1で処理された基板2を大気にさらすことなく、ゲート弁6を通じて成膜室7へ搬送するようになっている。なお、成膜室7に搬入された基板を第2図中に符号2aを付けて示している。

前記成膜室7の上部には、基板2aを所定程度に加熱するためのハロゲンランプ8と、ハロゲンランプ8の赤外線を通す石英窓9とが設けられている。また、成膜室7の内部には、基板2aの支持体10と、ガス導入口1-2と、遮光板13とが配置されている。前記基板2aの支持体10と、成膜室7の壁11と、遮光板13とは水冷されており、その結果基板2aの表面を除いて、成膜室7の内壁の表面温度は、実質的に成膜反応が進行しない程度まで低下している。さらに、成膜室7には前記ガス導入口1-2を通じて、この実施例ではH₂ガスとWF₆ガスとを供給し得るようになっている。

次に、前記装置を使用して実施するスルーホー

ルへの金属穴埋め方法のプロセスを、第1図に従って説明する。

まず、前処理室1ではステップ20により基板加熱ステージ5上に処理すべき基板2を設置する。

この基板2には、第3図(A)に示すごとく、下地金属としてのA&配線1-4上に、プラズマCVD法等により基板上の絶縁膜としてSiO₂膜1-5を形成した後、ホトエッチングによりスルーホール1-6が設けられている。このスルーホール1-6は、例えば1μm角で深さ1.2μmの微細穴である。また、スルーホール1-6にはA&配線1-4上に、下地金属の一部を露出させた露出下地としての、A&の自然酸化膜1-7が付着している。

次に、第1図に示すステップ21で前処理室1内を 10^{-3} Pa程度まで真空排气する。

ついで、ステップ22で前処理室1内の基板2を基板加熱ステージ5内のヒータ5aに電流を流すことにより加熱する。

続いて、ステップ23でC&F₂ガスを前処理室内に導入する。C&F₂は基板上で反応し、

絶縁膜表面をライトエッチし、表面へ汚れ成分を除去する。また、これにより、基板2の下地金属の一部を露出させた露出下地としての、第3図(A)に示すA&の自然酸化膜1-7もC&F₂ガスのライトエッチ処理により除去される。

前記ステップ23で所定時間前処理をした後、ステップ24でC&F₂ガスの導入を停止するとともに、前処理室1内に真空排气を停止する。

次に、第1図に示すステップ25で前処理室1と成膜室7間に設けられたゲート弁6を設ける。そして、前処理室1で前処理を施した基板2を大気にさらすことなく、基板搬送手段(図示せず)により前処理室1から成膜室7内に搬送し、その基板2aを成膜室7内の支持体10上に設置する。基板2aを支持体10上に設置した後、基板搬送手段をゲート弁6から前処理室1内に戻し、ゲート弁6を閉じる。

その間、ステップ26で成膜室7内を所定の真空度、例えば 10^{-3} Pa程度に真空排气する。

ついで、ステップ27で第1図に示すガス導入

口12を通じて成膜室7内にH₂ガスを導入する。

さらに、ステップ28でハロゲンランプ8を点灯し、石英窓9を通じて支持体10上の基板2aの表面に赤外線を照射し、基板2aを所定温度に加熱する。

基板2aを所定温度に加熱した後、ステップ29でガス導入口12から成膜室7内に、この実施例ではH₂ガスにWF₆ガスを加えて導入する。

続いて、ステップ30で基板2aに対して金属の選択CVD処理を行なう。この金属の選択CVDにより、第3図(B)に示すように、下地金属の一部を露出させた露出下地であるA8配線14上に、Wを選択成長させ、スルーホール16をWで穴埋めする。

この成膜室7での処理時には、基板2aは水冷されている支持体10により支持され、また成膜室7の壁11も水冷され、さらに赤外線が成膜室7の壁11に直接照射されないように、水冷の遮光板13で遮られている。これにより、基板2aの表面を除いて成膜室7の壁11および備品は実

質的に成膜反応が進行していない温度に低下されている。

前記ステップ30によりWを所定厚さに成長させた後、ステップ31でH₂ガス、WF₆ガスの導入を停止させるとともに、第2図に示すハロゲンランプ8を消灯する。

ついで、ステップ32で真空排気を停止し、続いてステップ33でスルーホール16をWの選択CVDにより穴埋めした基板2aを冷却する。

基板2aを冷却した後、最後にステップ34により成膜室7から基板2aを取り出し、Wの穴埋め処理を終了する。

次に、前記プロセスにおける処理条件の具体的実施例を説明する。

(1) 前処理室での処理条件

- ・基板加熱温度 : 200°C
- ・C₆F₆ガス流量 : 100 sccm
- ・ガス圧力 : 0.5 Torr
- ・処理時間 : 0.2 min

を施すことによって、第3図(B)に示すように、A8配線14の上に直接W膜18が成長し、スルーホール16を穴埋めすることができた。

この実施例1によりW膜18で穴埋めを実施した基板におけるスルーホール16の導通抵抗は、1μm角のスルーホール1個当たり0.1~0.12Ωと良好な値を示した。また、絶縁膜であるSiO₂膜15上へのW膜の成長は見られず、選択性も良好であった。

なお、本発明では前記実施例の装置、条件にのみ制約されることなく、Wの選択成長が可能なホールドウォール型CVD成膜室およびC₆F₆ガスのエッティング処理が可能な前処理室と、両者間を基板の真空搬送ができる基板搬送手段を有するWの選択CVD装置全てについて、処理条件を選ぶことにより使用できる。

また、C₆F₆前処理に先立ち、Arスパッタエッチ、ハロゲンプラズマエッチ等の前処理を行なうこともできる。これらのプラズマ処理によって生じた絶縁膜表面の損傷は前記した絶縁膜表面上

(2) 成膜室での処理条件

- ・基板温度 : 450°C
- ・ガス圧力 : 1.5 Torr
- ・WF₆ガス流量 : 3 sccm
- ・H₂ガス流量 : 500 sccm
- ・処理時間 : 5 min

なお、基板としては、下地A8配線上でプラズマCVD法等によりSiO₂膜を形成した後、ホトエッティングにより1μm角の微細なスルーホール(深さ1.2μm)を多数個開口させたテスト用基板を用いた。

この実施例において、前処理を行なう前の基板では、第3図(A)に示すように、露出下地であるスルーホール部分のA8配線14上にA8の自然酸化膜17及び絶縁膜表面上の汚れ35が付着していた。

この自然酸化膜17及び汚れ35は、前処理室内でのC₆F₆ガスのライトエッティング処理によって除かれ、引き続いて成膜室内でH₂ガスWF₆ガスとにより、基板に対してWの選択CVD処理

の汚れと同様に C_8F_8 前処理で除去され選択性が低下することはない。

さらに、対象となる選択 CVD の系および金属も前記実施例の WF_6-H_2 系による W の選択 CVD に限ることなく、金属の選択 CVD の可能なシステム、例えば WF_6-SiH_4 系による W の選択 CVD、 MoF_6-H_2 系による Mo の選択 CVD、アルキル A I を原料とする A I の選択 CVD にも本発明が適用できることは言うまでもない。

【発明の効果】

以上説明した本発明によれば、基板の下地金属の一部を絶縁膜より露出させた露出下地の前処理として、 C_8F_8 ガスによるライトエッチ前処理を施した後、当該基板に対して連続的に金属の選択 CVD 处理を行なうようにしているので、多層配線を形成するために設けられたスルーホールの露出下地の金属膜の表面に存在する酸化膜あるいは汚れ付着物および絶縁膜上の汚れ成分が、 C_8F_8 ガスによりエッティング除去され、その後大気にさらすことなく連続的に前記した W 等の選択

CVD 处理を施すことにより、清浄な下地金属の表面に金属が堆積するため、導通抵抗の低い配線間の接続が可能となり、露出下地と穴埋め金属の間の導通性の良好な穴埋めを行ない得る効果がある。さらに本前処理は、絶縁膜上の汚れを除くため、選択性の向上が可能となる。これにより、微細なスルーホールへの金属穴埋めが必要な LSI の多層配線の信頼性の向上に寄与するところ大なる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明方法の一例を示すフローチャート、第 2 図は本発明方法を実施するための装置の概要を示す図、第 3 図 (A)、(B) は本発明方法による処理を施す前と施した後の、基板の下地金属の一部を露出させるために設けたスルーホール部分の拡大断面図である。

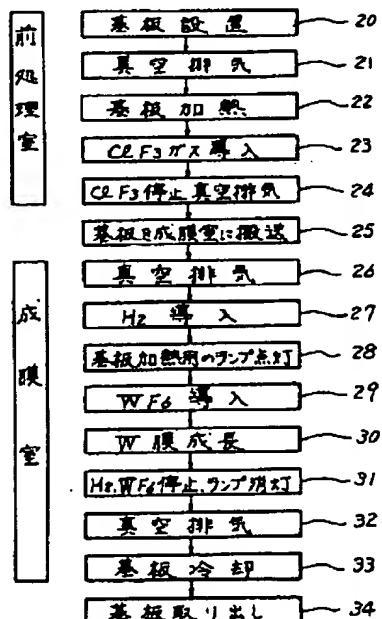
符号の説明

1 ……前処理室、2、2a ……基板、3 ……ヒータ電源、5 ……基板加熱ステージ、7 ……成膜室、8 ……ハロゲンランプ、10 ……基板の支持

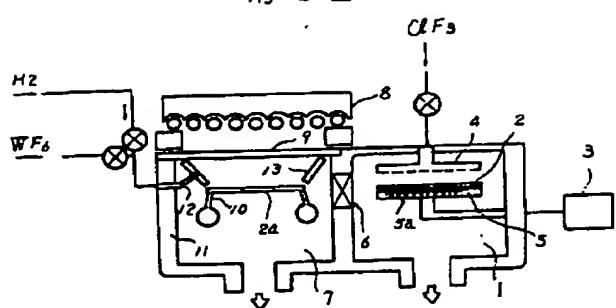
体、12 ……ガス導入口、13 ……遮光板、14 ……A I 配線、15 …… SiO_2 膜、16 ……スルーホール、17 ……A I の自然酸化膜、18 ……W 膜、20 ~ 34 ……処理のステップ。

代理人 弁理士 小川勝男

第 1 図

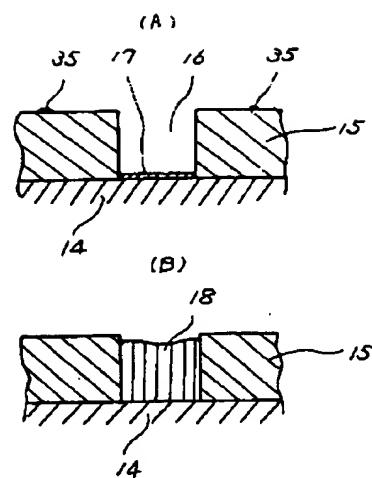


第 2 図



1 - 診療室
 2.2a - 看板
 3 - ヒ-7電源
 5 - 板級加熱:スチーマー
 6 - ケ-1升
 7 - 戒腹室
 8 - ハロゲンランプ
 10 - 痘症の立体
 12 - ガス導入口

第 3 図



- 14... A_1 酢酸銀
- 15... SiO_2 膜
- 16... スルーボール
- 17... Al の自然酸化膜
- 18... W 膜